علاج وصيانة تمثال من البرونز بالمتحف المصري بالقاهرة، دراسة حالة

د. محمد أبو الفتوح غنيم

قسم إدارة موارد التراث والإرشاد السياحي، كلية السياحة والآثار، جامعة الملك سعود

د. رنده أحمد الحلو

قسم الترميم، المتحف المصري، وزارة الآثار المصرية

ملخص البحث:

يتناول البحث دراسة حالة وعلاج وصيانة تمثال من البرونز للمعبود "أوزوريس" عثر عليه في منطقة حفائر «صا الحجر» مع مجموعة أخرى من الآثار المعدنية أغلبها من التماثيل والأدوات الجنائزية الأخرى، وقد أخذ التمثال الرقم المؤقت ١١C/٢٦/١٢/٣١ في سجلات المتحف المصري بالقاهرة، ولا تحتوي سجلات المتحف على تاريخ العثور عليه تحديداً، ولا مكان العثور عليه، ولا ذكر لأية فترة تاريخية يرجع. والتمثال في حالة شديدة التلف، يفقد الرأس، وتغطيه طبقة سميكة من نواتج الصدأ التي يغلب عليها اللون الأخضر الداكن، يظهر على سطحه الخارجي آثار طبعة النسيج، ويوجد كسر ذو مظهر غير مألوف في الكسور أعلى قدمي التمثال. ولقد تم فحص التمثال من الناحية الظاهرية وتحليل أسلوب صناعته، وهو ما رجَّح أن يعود التمثال إلى عصر الاضطراب الثالث (١٠٧٠-٦٦٤ ق.م.)، أو العصر المتأخر (٦٦٤-٣٢٣ ق.م.)، وأن أسلوب الصب المباشر بالشمع المفقود هو الأسلوب الذي اتبع في صناعته وهو ما يتفق مع الأسلوب الشائع المتبع في مص رالسفلي. ولقد أظهر الفحص بالمجهر المجسم Stereo-microscopic وجود ظاهرة انطباع النسيج على السطح المعدني للتمثال والمعروفة بـ Pseudomorph phenomenon.

وأظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية أن المركبات الأساسية لنواتج الصدأ

هي من الكلوريدات القاعدية، والكربونات، والكبريتات التي تغطي أكاسيد النحاس والقصدير. كما أثبت الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح المصاحب بالتحليل بمطياف الطاقة المشتتة dispersive spectrometry (EDS) أن التمثال قد صنع من سبيكة البرونز التي تحتوي على عناصر النحاس، والقصدير والرصاص، وأن وجود القصدير والرصاص قد أثّرا في الخواص الميكانيكية للسبيكة، وبالتأكيد في تلفها.

ولقد شملت إجراءات الصيانة للتمثال التنظيف الميكانيكي وذلك لإزالة طبقة الصدأ السطحية والوصول إلى الباتينا الرقيقة الواقية لسطح المعدن، وتم معالجة السطح بمانع للصدأ بعد إجراء التنظيف الميكانيكي له، ثم العزل النهائي بطلاء واق لحماية التمثال من أي هجوم مستقبلي لعوامل التلف.

الكلمات الدالة: البرونز، الصدأ، تمثال، "أوزوريس"، الفحص، التحليل، الميكروسكوب الالكتروني، حيود الأشعة السينية.

١- المقدمة والهدف من البحث:

تعدّ تماثيل الآلهة والحيوانات المقدسة المعدنية من المشغولات التي نألف وجودها في الآثار المصرية القديمة. وأغلب هذه التماثيل ترجع إلى العصر الصاوي (حوالي ٦٦٤-٥٢٥ ق.م.) والبطلمي (٣٠٥-٣١ ق.م.). هذه التماثيل كانت تصنع في ورش تصنيع في المعابد بطريقة الشمع المفقود لأغراض دينية، أو جنائزية. وأسلوب الصب المصمت Solid cast كان هو أسلوب الصب الأساسي الأكثر استخداماً قديماً وخاصة للتماثيل صغيرة الحجم، بينما كان أسلوب الصب المجوف Hollow cast هو الأسلوب الأكثر استخداماً مع التماثيل الكبيرة الحجم بغرض توفير قدر من المعدن. ولقد مثّل "أوزوريس" وغيره من المعبودات في صورة تماثيل معدنية سواء تماثيل نذرية votive statuettes أو تماثيل عبادة cult statuettes[1]. والنوعية الأخيرة من التماثيل التي كانت تخصص للأغراض الجنائزية أو للتعبد كانت معظمها تماثيل صغيرة الحجم

(1) Kozloff, A.P., 2001. Sculpture: divine sculpture. The Oxford encyclopedia of ancient Egypt, Oxford University Press, vol. 3, p.242.

سهلة النقل كانت تستخدم أيضا في المناسبات والمواكب التعبدية[١]. والتماثيل النذرية، التي خصصت لمعبود معين، غالباً ما يشار إليها على أنها مخصصات أو تقدمات نذرية لهذا المعبود. ويعود أكثر التماثيل النذرية إلى عصر الاضطراب الثالث (١٠٧٠-٦٦٤ ق.م.) والعصر المتأخر (٦٦٤-٣٢٣ ق.م.) ومعظمها يمثل المعبودات أو الآلهة في أوضاع واقفة أو منتصبة[٢]. وهذه التماثيل كانت تهدى من قبل النبلاء أو الموظفين أو العامة إلى المعابد والأضرحة في صورة هدية تعبيراً عن الشكر، أو اعتقاداً منهم أن هذا الإله أو المعبود المقدم له التمثال سوف يبارك الشخص الذي يهدى هذه التمثال أو سوف يستجيب لدعواته[٣].

ومن حين لآخر يتم العثور على خبيئة من هذه التماثيل التي يكون أغلبها من التماثيل النذرية التي صنعت لكي تقدم للمعابد أو المزارات في المعابد والتي تم تطهيرها والتخلص من هذه التماثيل بالدفن في حفر داخل حرم مقدس. وهذه التماثيل التي يعثر عليها غالباً ما توجد في هذه الحفر حيث دفنت في أعداد كثيرة بعد فترة طويلة من الاستخدام في المعابد[٤].

والعديد من هذه التماثيل التي عثر عليها قام بدراستها أو صيانتها الباحثون أمثال :

(Shore 1966[٥]; Jedrzejewska 1976[٦]; Bianchi 1989[٧];Scott and Dodd 2002[٨];

(1) Robins, G., 2005. Cult statues in ancient Egypt, in Walls, NH (ed). Cult image and divine representation in the ancient Near East, 1-12. Boston: *American Schools of Oriental Research*, 1-12, p.2.

(2) Hill, M., 2001. Bronze statuettes. The Oxford encyclopedia of ancient Egypt, Oxford University Press, vol. 1, p.206.

(3) Gravett, V.F., 2011. *A critical analysis of selected Egyptian Bronze artifacts in the National Cultural History Museum (NCHM)*, Master of Arts, University of South Africa, p.64.

(4) Gravett, V.F., Op.Cit., p. 70.

(5) Shore, A.F., 1966. Three Egyptian Bronze Figures from the Spencer-Churchill Collection, *The British Museum Quarterly (JSTOR)*, Vol. 31: 34-36.

(6) Jedrzejewska, H., 1976. A Corroded Egyptian Bronze: Cleaning and Discoveries. Studies in Conservation 21: 101-114.

(7) Bianchi, R.S.,1989. Egyptian Metal Statuary of the Third Intermediate Period, *Symposium J.P. Getty Museum*, March 16–19: 72–73.

(8) Scott, D. A., Dodd, L. S., 2002. Examination, conservation and analysis of a gilded Egyptian bronze Osiris. Journal of Cultural Heritage 3: 333–345.

(Delange 2005[1]; Mathis et al., 2009 [2]; Smith et al., 2011[3]; Gravett 2011[4])، ومع ذلك ما زال هناك الكثير منها في حاجة إلى دراسة وصيانة، وذلك لما تحمله من سمات وملامح مميزة في الأسلوب، والتقنية، وحالة التآكل التي تعرضت لها. وتمثال "أوزوريس" (الشكل رقم ١) واحد من هذه التماثيل التي في حاجة إلى دراسة وصيانة، فقد عثر عليه مع مجموعة أخرى من تماثيل آلهة ومشغولات معدنية أخرى (الشكل رقم ٢) وذلك في منطقة حفائر "صا الحجر" بمحافظة الغربية في جمهورية مصر العربية، وحفظت هذه المجموعة في المتحف المصري بالقاهرة وذلك منذ عام ١٩٢٦م، حيث أخذ هذا التمثال الرقم المؤقت ٣١/١٢/٢٦/١١ C. ولا تحتوى سجلات المتحف المصري على أية معلومات إضافية عن هذه المجموعة من الآثار فيما يتعلق بمكان العثور عليها تحديداً هل في مقبرة أم معبد، والتاريخ الدقيق للعثور عليها، والعصر الذي تعود تاريخياً إليه.

ويهدف هذا البحث إلى فحص تمثل "أوزوريس" ضمن هذه المجموعة من ناحية أسلوب صناعته، وما على سطحه من نواتج صدأ، وتحديد نوعية المركبات المكونة لها، وكذلك تحديد التركيب الفلزي للمعدن الأصلي الذي صنع منه التمثال، وهل هو فلز خالص أم سبيكة، ونسب مكونات هذه السبيكة. هذا الفحص الغرض منه التعرف على المكان الأصلي لهذا التمثال، وتقنية صناعته، وفهم طبيعة الباتينا، وميكانيكية التآكل والصدأ الذي تعرض لها. مثل هذا الفحص والتحليل سوف يساعدنا إلى حد كبير في وضع إستراتيجية العلاج والصيانة للتمثال والوصول به إلى حالة الثبات، وهو ما تم تناوله في هذا البحث، حيث تم فحص التمثال فحصاً بصرياً دقيقاً، وكذلك بالاستعانة

(1) Delange, E., Meyohas, M., Aucouturier, M., 2005. The statue of Karomama, a testimony of the skill of Egyptian metallurgists in polychrome bronze statuary. *Journal of Cultural Heritage* 6: 99–113.

(2) Mathis, F., Delange, E., Robcis, D., Aucounturier, M. (2009) HMTY-KM (black copper) and the Egyptian bronzes' collection of the Musée du Louvre. *Journal of Cultural heritage* 10: 63-72.

(3) Smith, A., Botha, H., de Beer, F.C., Ferg, E. (2011) The examination, analysis and conservation of a bronze Egyptian Horus statuette, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* A 651: 221–228.

(4) Gravett, V.F., Op.Cit.

بالمجهر المجسم stereo-microscopic، ودراسة أسلوب صناعته، وتحليل نواتج الصدأ المتكونة علي سطحه باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية (XRD)، وكذلك الفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح المصحوب بوحدة EDS (SEM-EDS).

الشكل رقم (١): تمثال "أزوريس" من الواجهة والخلفية قبل العلاج.

الشكل رقم (٢): مجموعة الآثار المعدنية التي عثر عليها بـ "صا الحجر" وفيها تمثال "أوزوريس"، ويعود تاريخ وجودها في المتحف المصري إلى عام ١٩٢٦م.

٢- الوصف والحالة

يبلغ طول التمثال موضوع الدراسة ٤٤،٤سم من القدمين حتى الكتف حيث يفقد الرأس، ويبلغ عمق الكسر الموجود في القدمين ٢،٥سم بينما يبلغ عرضه من ١-٢سم (الشكل رقم ٣)، ويبلغ وزن التمثال ٤٥٠،١٠كجم. ويمثل هذا التمثال المعبود "أوزوريس" في شكله المعهود واقفاً، وبهيئته الرسمية حيث يلتف بدنه بكامله بالأكفان، تلتصق قدميه معاً، وباعتباره ملك العالم السفلي يظهر في وضع مومياء يمسك بالصولجان والسوط اللذان يرمزان إلى سلطانه على البشر والآلهة. هذا التمثال يفتقد الإشارات الواضحة التي ترتبط بشكل وثيق بتصوير "أوزوريس"، مثل: تاج الآتف، واللحية المستعارة.

والتمثال يعاني من صدأ وتآكل كثيف تعرض له خلال مدة الدفن، حيث تغطيه تماماً طبقة سميكة من نواتج الصدأ ذات اللون الأخضر، التي يصل سمكها في بعض الأماكن إلى ٣مم، وتختلط بهذه الطبقة أو تغطيها، في بعض الأماكن، بقايا من تربة الدفن.

الشكل رقم (٣): مكان الرأس المفقود (أ)، والشرخ الموجود بمنطقة القدمين (ب).

٣- طرق ومواد الدراسة

- لتحقيق أهداف البحث تم اللجوء إلى الفحص البصري للتمثال موضوع البحث مصحوباً بالفحص المجهري بالمجهر المجسم stereo microscopy وتحليل لأسلوب الصناعة والإخراج، وذلك للحصول على أية معلومات مفيدة تتعلق بمكان إنتاج التمثال، وتاريخه، وتقنية صناعته، والتأثيرات المتلفة لبيئة الدفن عليه. أما التحليل بحيود الأشعة السينية X-ray diffraction analysis فقد تم الاستعانة به لتحديد طبيعة الباتينا ومركبات الصدأ على سطح التمثال. ومن المعروف أن معرفة التركيب الكيميائي للباتينا ونواتج الصدأ يجب أن يتم تحديده قبل اتخاذ إجراءات العلاج والصيانة. ولهذا تم أخذ أربعة عينات من نواتج الصدأ من أربعة أماكن مختلفة من سطح التمثال عن طريق كشطها ميكانيكيا بلطف، وتم طحنها إلى مسحوق دقيق في هون من العقيق ووضعها في حامل العينة بجهاز الديفراكتوميتر أو جهاز حيود الأشعة السينية من نوع Philips X-ray diffractometer type: PW1840 وكانت ظروف التشغيل كالتالي:

- Cu target
- 40 kV accelerating voltage
- 25 mA current, the scanning range of 2θ was from 5 to 60° and the scanning speed was 2°/min.

ولمعرفة نوعية الفلز أو السبيكة المصنوع منها التمثال، تم فحص وتحليل ثلاث عينات باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح من نوعية JSM-6380 LA instrument المتصل بوحدة للتحليل بـ dispersive spectroscopy (EDS), وكانت ظروف تشغيلها accelerating voltage of 20 kV, and a working distance of 9 mm. واعتماداً على نتائج الفحص والتحليل تم وضع خطة العلاج والصيانة والتي تضمنت التنظيف الميكانيكي للترسبات السطحية لبقايا التربة المتكلسة والمختلطة مع نواتج الصدأ، وكذلك طبقات الصدأ السميكة من على سطح التمثال، واتخاذ إجراءات الصيانة الوقائية له مستقبلاً من أجل الحفاظ عليه.

٤- النتائج ومناقشتها

١,٤ الفحص البصري

الفحص البصري الدقيق لتمثال "أوزوريس" ساعدنا على استنتاج العديد من الملاحظات المتعلقة بتقنية الصب، وتاريخ ومكان إنتاجه. ويمكن القول من خلال الملاحظة البصرية أنه لا توجد تطعيمات، أو تذهيب، أو نقوش، يمكن ملاحظتها على سطح التمثال. وتتنوع ألوان نواتج صدأ التي تغطى سطح التمثال ويغلب عليها اللون الأخضر، وأن هذه النواتج كونت ما يشبه الطبقة الصلبة مع بقايا التربة المترسبة عليها بمرور سنوات الدفن، هذه الطبقة الكثيفة من الصدأ شكلت عائقا عن كشف ما قد يكون على سطح التمثال من نقوش إن وجدت. كما كشف الفحص البصري للتمثال عن وجود طبعات للنسيج على السطح الخارجي للتمثال ناتجة عن التصاق نسيج كتان الكفن على سطح التمثال المعدني مما ترك أثره في طبقات الصدأ المتكونة على السطح، ولقد أوضح الفحص بالمجهر المجسم Stereo-microscope تمعدن خيوط النسيج على سطح التمثال كما يتضح في الشكل رقم (٤ أ، ب).

الشكل رقم (٤): (أ) طبقة الصدأ الخارجية الهشة على سطح التمثال التي تحتفظ بانطباع النسيج عليه، (ب) تمعدن خيوط النسيج على سطح التمثال.

هذه الظاهرة تماثل أو هي بالفعل الظاهرة المعروفة بـ Pseudomorph phenomenon أو الإحلال في علم المعادن[١]، وعملية التمعدن لخيوط النسيج هنا تمثل الإحلال الكامل للمادة العضوية للنسيج بالمادة غير العضوية المتمثلة في نواتج صدأ السطح المعدني. وتحدث هذه لظاهرة عندما يكون النسيج على اتصال مباشر مع أثر معدني نتيجة عملية الإحلال أو التداخل للمادة العضوية في النسيج بنواتج صدا المعدن الذي يكون على اتصال بها. فعندما يبدأ المعدن في التآكل أو الصدأ فإن الأملاح المعدنية المتولدة تخلق نوعاً من بيئة دقيقة تكون مناسبة ومثالية لحفظ المنسوجات أو خيوط النسيج، وهذا يترك في الغالب فتحات سلبية من الألياف في أملاح المعدن المتكونة، تاركة خلفها هيكل النسيج السابق وتلميحات أو انطباعات من أليافه.

وتحدث عملية تمعدن الألياف النسجية عن طريق هجرة نواتج الصدأ من السطح المعدني لتترسب على الألياف التي تتحلل لتحل محلها هذه النواتج محتفظة بشكلها. ويحدث هذا عادة مع نوعية معينة من المعادن التي تتميز ايوناتها بأن لها تأثير مضاد للفطريات والكائنات الدقيقة. وتعتبر نواتج الصدأ الأولية والثانوية والتالية لها هي المسئولة عن عملية تمعدن هذه الألياف من خلال تراكماته المتتابعة والمتلاحقة[٢].

(1) Gillard, D., Hardman, S.M., Thomas R.G., Watkinson, D.E., 1994. The mineralization of the fibers in burial environments. *Studies in Conservation* 39, p.132.

(2) Mircea, O., Sârghie, I., Sandu, I., Quaranta, M., Sandu, A.V., 2009. The Study

ومن خلال الفحص بالمجهر Stereo-microscope تبين أن أسلوب النسج الذي استخدم في نسج الكفن على سطح التمثال، وهو أسلوب النسج البسيط أو ما يعرف بالسادة واحد على واحد وأليافه من نسيج الكتان (الشكل رقم ٥ أ، ب).

الشكل رقم (٥ أ، ب): يوضح تمعدن خيوط النسيج على سطح تمثال "أوزوريس"، وأسلوب النسج الذي اتبع في نسج الكفن.

كما أظهر الفحص البصري للتمثال، أن أسلوب الصب هو الذي استخدم لصنع هذا التمثال. وهو الأسلوب الذي شاع في مصر القديمة لصناعة التماثيل المعدنية، وخاصة التماثيل الصغيرة، بطريقة الشمع المفقود سواء الصب المجوف أو الصب المصمت. فمن خلال ملاحظة الكسر الموجود في القدمين، ومنطقة الرأس المفقود، حيث كان من المفترض أن يوجد العنق، وكذلك ملاحظة وزن التمثال الثقيل، كل هذا يمثل مؤشرات تدل على أنه صنع بطريقة الصب. هذا الأسلوب في الصناعة يعود تاريخياً إلى عصر ما قبل الأسرات (قبل ٣١٠٠ ق.م.)، وان صناعة التماثيل الصغيرة من النحاس كان أمراً شائعاً في زمن الدولة الوسطى (حوالي ٢٠٠٠-١٧٠٠ ق.م)[١]. وكما يرى "لوكاس" Lucas[٢] أن أسلوب الصب قد استعمل في مصر بالفعل منذ عصر ما

of Textile Impressions from Corrosion Products of Some Old Iron Artefacts, *Revista de Chemie, Bucuresti,* 60, p. 204.

(1) Taylor, J., Carddock, P., Sherman, F., 1998. Egyptian hollow-cast bronze statues of the early First Millennium BC: the development of a new technology, *Apollo* 148, p.9.

(2) Lucas, A., 1962. Ancient Egyptian materials and industries. 4thed revised and enlarged by JR Harris, London, Edward Arnold, p.213.

قبل الأسرات، واستخدم بكثرة في العصر المتأخر لصب التماثيل المصمتة والمجوفة، وكانت التماثيل الصغيرة مصمتة عادة[1]، أما الكبيرة فقد كانت مجوفة. وكانت طريقة الصب المتبعة المعروفة بطريقة الشمع المفقود، وتتمثل في صب نموذج من شمع النحل ثم يكسى الشمع بمادة تصلح لعمل القالب، قد تكون من الطين وحده أو مخلوطاً بالرمل، ثم يطمر النموذج هكذا في الرمل أو التراب لسنده فقط، ثم تسخن كل هذه المجموعة فينصهر الشمع ثم يحترق أو يسيل إلى الخارج من الثقب أو الثقوب المعدة لإدخال السبيكة المنصهرة من خلالها فيما بعد، ويصير القالب جامداً شديد الصلابة وصالحاً للاستعمال، وعندئذ تصب السبيكة المنصهرة في القالب من خلال الثقوب، وتترك حتى تبرد، ثم يكسر القالب ويستخرج الجسم منه[2].

واللسان (أو البروز) الذي يوجد أسفل التمثال، والذي يخدم كفتحة لصب المصور المعدني، يستخدم لتأمين وضع التمثال على قاعدة من الخشب أو الحجر[3]. ويُعتقد أن هذا اللسان يمكن أن يكون مؤشراً مساعداً أيضا في تأريخ التمثال؛ فقبل الدولة الحديثة (حوالي ١٠٧٠ – ١٥٥٠ ق.م) كان يتسم بأنه غير منتظم الشكل أو الحجم، في حين أخذ بعد ذلك النموذج المتعارف عليه بأنه مستطيل ذو نهاية مستوية أو مسطحة flat end [4]. ولو أخذنا بهذا الرأي فيمكن القول أن تمثال "أوزوريس" موضوع البحث يمكن أن يعود تاريخياً إلى ما بعد الدولة الحديثة، فاللسان يبدو مستطيلاً وذو نهاية مستوية. كما أن اللسان المعدني يمكن أن يشير إلى أن التمثال كان تمثالاً للعبادة أو التعبد cult statuette الذي يحفظ عادة داخل مقصورة خشبية يمكن حملها من خلال هذا اللسان المعدني حيث يثبت بها، هذه المقصورة الخشبية كانت تثبت في مقصورة من الحجر أكبر منها كانت توضع عادةً في حرم المعبد. وكممثلة للآلهة

(1) Smith, A., et al., Op. Cit., p. 222.
(2) Lucas, A., Op. Cit., p. 213.
(3) Spencer, N., 2007. The Gayer Anderson cat, British Museum objects in focus. London; The British Museum press, pp. 44-45.
(4) Schorsch, D., 2007. The manufacture of metal statuary: «seeing the workshops of the temple. In *Gifts for the gods: Images from Egyptian temples*, ed. Marsha Hill, and Deborah Schorsch, New York: The Metropolitan Museum of Art; New Haven: Yale University Press, p. 193.

والمعبودات فإن تماثيل العبادة كانت توضع داخل المعابد التي تعتبر قبل كل شيء دار للآلهة. هذه التماثيل كانت تهدى للمعابد أو المقاصير من قبل النبلاء والأثرياء والأفراد اعتقاداً منهم أن الإله الذي يضعون له تمثالاً سوف يباركهم، ويجيب دعواتهم، وفي بعض الحالات يضعونها كشكر على ما أنعمه الإله عليهم من نعم[١].

٢,٤ تحليل الأسلوب أو الشكل

يمكن مقارنة ملامح الوجه وأسلوب الرداء مع ملامح تمثال معلوم تاريخه أي مؤرخاً بشكل دقيق، لكن هذا التحليل عادة ما يكون مصحوباً ببعض التعقيدات. وكلاً من الفترة الانتقالية الثالثة (١٠٧٠-٧١٢ ق.م) والعصر المتأخر (٦٦٤-٣٣٢ ق.م)، التي أنتجت معظم التماثيل البرونزية التي تجري دراستها اليوم، كانا معروفين بالأسلوب المتعمد أو المقصود بشكل ما في فنهم، وعلاوة على ذلك هناك احتمال أن أوضاع التماثيل اعتمدت على مكان صناعتها [٢]، [٣]. ولسوء الحظ، لا يمكن أن نستخدم ملامح الوجه، ولا نوع التاج، أو شكل اللحية، ووضعها كمؤشرات في الشكل يمكن أن تدل على تاريخ هذا التمثال، أو تساعدنا على تأصيله لأنها جميعها مفقودة في هذا التمثال، ومع ذلك فإن ملامح الجسد يمكن أن تساعدنا في ذلك. فيمكن من خلال النظرة الكلية للتمثال ملاحظة كونه مُثّل ملفوفاً في كفن أو رداء بإحكام، كاشفاً بعض الملامح القليلة مثل الحدود الواضحة للأذرع المتقاطعة التي عقدت بإحكام على الصدر والساقين اللذين يمكن ملاحظتهما أسفل الرداء، حيث يمكن ملاحظة الساقين فقط من خلال الانتفاخ في الجانبين والشكل الجانبي لهما، كما يمكن أن نرى منحنى طفيف يدل على الأرداف. وشكل الجسد الممدود هذا يبدو أنه لا يتفق مع الأسرة الخامسة والعشرين (الكوشية أو النوبية) لأن التماثيل البرونزية، ومنها تماثيل "أوزوريس"، كانت تتسم بالعشوائية والتشتت بشكل عام generally squatter في ذلك العهد [٤]. على العكس من ذلك،

(1) Gravett, V.F., Op.Cit, p. 64.
(2) Hill, M., Op. Cit., p. 203.
(3) Scott, D. A., Dodd, L. S., Scott, D. A., Dodd, L. S., Op. Cit., p. 336.
(4) Raven, M., 2007. *Osiris catalogue entry*, In *Gifts for the gods: Images from Egyptian temples*, ed. Marsha Hill, and Deborah Schorsch, New York: The Metropolitan Museum of Art; New Haven: Yale University Press, p.128.

نجد تماثيل "أوزوريس" التي تعود إلى فترة الأسرة السادسة والعشرين كانت تتميز بالشكل المتناسق الأنيق، فلا توجد أية علامات للمظهر الأحدب الحاد الذي يظهر من خلال خروج القماش، أو الرداء الذي يرتديه الإله من الجسد، كما لاحظه Scott and Dodd [١]. وأشارا إليه على أنه ظاهرة شائعة في العديد من تماثيل المعبود "أوزوريس". ووضع الذراعين في هذه التماثيل قد اختلف بشكل ملحوظ بين تماثيل "أوزوريس" البرونزية، فالدراسات قد كشفت أن هذه الاختلافات في أوضاع الذراعين غالباً ما تكون متعلقة بالتقاليد المحلية لمناطق إنتاج هذه التماثيل[٢]. ففي مصر العليا تظهر الذراعان على تماثيل «أوزوريس» متقاطعين فوق بعضهما البعض، بينما في مصر الوسطى تظهر وهما مرفوعان في مستوى واحد وغير متقاطعين، بينما في مصر السفلي كان أحد الذراعين يمثل فوق الصدر والآخر فوق البطن. مثل هذه الاختلافات قد ذكرت فيما يتعلق بباقي الجسد، فعلى سبيل المثال، تماثيل "أوزوريس" من مصر السفلي لا تظهر الأذرع خلال الرداء الخارجي، وتظهر القليل من تفاصيل الساقين [٣]،[٤]،[٥]. وبتطبيق هذا على تمثال "أوزوريس" موضوع البحث يمكن القول أن هذا التمثال قد أنتج في مصر السفلي وهذا يؤكد ما ذكر من انه قد عثر عليه في "صا الحجر" في مصر السفلي. ومع ذلك يجب أن نضع في الاعتبار إمكانية تنقل الصناع أو الحرفيين وبالتالي انتقال أساليبهم الخاصة في الصناعة معهم أو انتقال طريقة من منطقة إلى أخرى في مصر، ولهذا فإن العلاقة البسيطة بين العناصر الأسلوبية والأصل الجغرافي يمكن الاعتماد عليهما[٦]،[٧].

(1) Scott, D. A., Dodd, L. S., Op. Cit., p.336.

(2) Odgen, J., 2000. Metals, in Nicholson, PT & Shaw, I (eds). *Ancient Egyptian materials and technology*, 148-176. Cambridge: Cambridge University Press, p. 148.

(3) Griffiths, J.G., 1980. The origins of Osiris and his cult. *Studies in the history of religions*. Leiden: Brill, pp. 85-86.

(4) Wilkinson, R.H., 1999. *Symbol and magic in Ancient Egyptian art*. London: Thames & Hudson, p.26.

(5) Gravett, V.F., Op.Cit, pp. 93, 99.

(6) Aldred, A., 1969. *Middle Kingdom art in Ancient Egypt*; 2300-1590 BC. London: Alec Tiranti, p. 12.

(7) Grajetzki, W., 2006. *The Middle Kingdom of Ancient Egypt: history, archaeology and society*, London: Gerald Duckworth, p. 44.

وليس من الأمور المعتادة كسر رأس تماثيل الآلهة أو المعبودات في مصر القديمة، ومن خلال الفحص البصري لأماكن الكسر في القدمين، وكذلك في العنق، يمكن القول أن هذه الكسور قد حدثت بشكل غير متعمد، ومن المحتمل أن تكون قد حدثت قبل فترة الدفن وعلى الأغلب خلال عملية الصب أو كنتيجة لأخطاء في القالب، مع الأخذ في الاعتبار أن منطقة العنق ومنطقة القدمين هما من أضعف مناطق التماثيل وأكثرها عرضة للكسر. ولقد أخذت طبقة الصدأ على مناطق الكسر نفس طبيعة ونفس سمك طبقات الصدأ الموجودة على سطح التمثال في المناطق الأخرى، وهذا يؤكد أن هذه المناطق قد تعرضت لنفس عوامل التلف التي تعرضت لها بقية سطح التمثال. كل هذا يشير إلى أن هذه الكسر سواء الذي في القدمين أو في العنق قد حدث قبل عملية الدفن، ويؤكد ذلك أيضاً عدم وجود رأس التمثال مع المجموعة المكتشفة، وأن هذه الكسور قد حدثت بطريقة غير متعمدة أو مقصودة.

٣,٤. طبيعة الباتينا وطبقات الصدأ

غالباً ما تكون طبقات الصدأ السطحية على الآثار المصنوعة من النحاس وسبائكه المدفونة في التربة من نواتج صدأ النحاس والعناصر المعدنية الأخرى الداخلة معه في السبيكة وقد تختلط مع بقايا تربة الدفن أو تغطى بها. وعادة ما يكون أكسيد النحاسوز الأحمر (الكوبريت Cuprite) أول مركبات الصدأ المتكونة، الذي يكون ملتصقاً بالسطح الأصلي للمعدن. ولقد تم فحص تركيب طبقات الصدأ المتكونة على سطح التمثال وتحليلها. وتشير نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية لنواتج الصدأ على سطح التماثل كما هو واضح في اللوحة رقم (١) والشكل رقم (٦)، إلى وجود مركبات النحاس، والرصاص والقصدير. وأغلب هذه المركبات التي تم تحديدها والتعرف عليها هي لكلوريدات النحاس القاعدية، وكربوناته، وكبريتاته، وذلك فوق طبقة من أكاسيد النحاس والقصدير. ولقد تم تحديد أشكالا مختلفة من كلوريدات النحاس القاعدية، مثل: الباراتاكيمت Paratacamite $Cu_2(OH)_3Cl$، والأتاكميت Atacamite $Cu_2(OH)_3Cl$، حيث شكّل الأول المكون الرئيس في العينة الثانية كما في الشكل رقم (6ب) بينما كان الثاني مكوناً ثانوياً في العينة الثالثة (الشكل ٦ج)، ووجد بنسبة طفيفة في العينة الأولى (الشكل ٦أ)، والعينة الثانية (الشكل ٦ب). وكلا المركبين من كلوريدات

النحاسيك القاعدية قد تكوّنا نتيجة وجود نسبة عالية من الكلوريد في بيئة الدفن حيث وجد هذا التمثال، حيث تكوّن في البداية كلوريد النحاسوز (النانتوكيت CuCl) خلال عملية الدفن نتيجة التفاعل بين أيونات النحاس الموجبة Cu^{++} وأيونات الكلوريد السالبة Cl^{-} الموجودة في التربة، ونتيجة للاتصال بالأكسجين والماء، يتأكسد كلوريد النحاسوز ليعطى ناتج صدأ مسحوقي ذا لون أخضر من الباراتاكيميت أو الأتاكيمت.

أما مركب كبريتات النحاسيك القاعدية (البروكانتيت Brochantite $Cu_4SO_4(OH)_6$) فقد تم تحديده كمكون رئيس في العينة الأولى (الشكل ٦أ)، وفي العينة الثانية (الشكل ٦ب)، وفي العينة الثالثة (الشكل ٦ج). ووجود هذا المركب على أثر برونزي يدل على أنه قد تعرض لبيئة رطبة حاملة لايون الكبريت. وربما يكون مصدر الكبريت من غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتج من تحلل المواد العضوية النباتية أو الحيوانية بفعل البكتيريا المختزلة للكبريتsulfate reducing bacteria الموجودة في التربة. فعندما يتعرض البرونز أو الأثر النحاسي لهذا الغاز، الذي يكون في تركيز كاف، فمن المتوقع أن تتكون مركبات الكبريتيد في باتينا هذه الآثار، وتتحول هذه المركبات بفعل عملية الأكسدة اللاحقة إلى مركب الكبريتات.

أما مركبي كربونات النحاسيك، الملاكيت ذو اللون الأخضر. Malachite $CuCO_3$. $Cu(OH)$، والآزوريت Azurite $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$ ذو اللون الأزرق، تم تحديدهما، الأول بنسبة طفيفة في العينة الثالثة (الشكل ٦ج)، والثاني بنسبة معقولة في العينة الثانية (الشكل ٦ب). وكلا المركبين يتكونا بصورة أساسية عندما يكون النحاس أو سبيكته على اتصال مع ماء التربة أو الماء المتكثف على سطحه، والذي يكون مشحوناً بثاني أكسيد الكربون[1]. والملاكيت الذي يتميز بلونه الأخضر الشاحب إلى الداكن هو مركب مميز للباتينا التي تتكون على الآثار المصنوعة من النحاس وسبائكه المدفونة في التربة. أما الآزرويت فعادة ما يلاحظ فقط على سبائك النحاس التي تكون قد استخرجت من تربة الدفن الغنية بمحاليل محتوية على تركيز عال من بيكربونات الكالسيوم، وبالتالي تكون معرضة لأيونات البيكربونات (HCO_3^-). والأرجح أن يكون

(1) Scott, D.A., 2002. *Copper and Bronze in Art, Corrosion, Colorants, Conservation.* Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA, p. 107.

هذا ما حدث مع تمثال "أوزرويس"، ويستدل على ذلك من وجود مركب كربونات الكالسيوم الذي تم تحديده في العينة الرابعة (الشكل ٦د)، والذي يشير إلى أن تربة الدفن التي كان بها التمثال هي تربة جيرية هوائية غنية بمركب بيكربونات الكالسيوم. ومثل هذا النوع من التربة عادة ما يكون محتوياً على نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون CO_2 ويمكن أن تكون كيميائياً من أنواع التربة الآكلة أو المتلفة للآثار المعدنية المدفونة بها؛ لأن ثاني أكسيد الكربون يمكن أن يتفاعل مع الماء ليكون حمض الكربونيك H_2CO_3 الذي يهاجم الآثار المعدنية بصورة مباشرة ويمنع تكون الطبقة الواقية على أسطحها. أما وجود السيروسيت $PbCO_3$ أو كربونات الرصاص كمكون رئيس للعينة الرابعة (الشكل ٦د) يشير إلى وجود الرصاص كأحد مكونات السبيكة المصنوع منها التمثال وربما يكون بنسبة غير طفيفة.

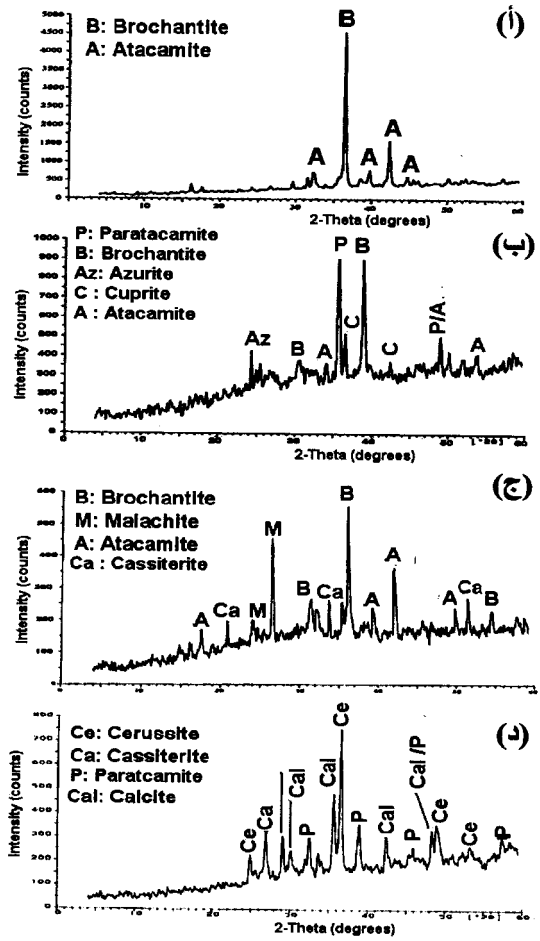
والأكاسيد من نواتج الصدأ الشائعة الوجود على المعادن الأثرية نتيجة للاتصال المباشر بين المعدن أو السبيكة والأكسجين، الذي يوجد في كل البيئات، فالكوبريت (أكسيد النحاسوز Cu_2O) تم تحديده كمكون ثانوي في العينة الثانية (الشكل ٦ب) يمثل الناتج الأول من نواتج صدأ النحاس وسبائكه، الذي يتكون في معظم البيئات نتيجة الأكسدة المباشرة للنحاس أو نتيجة تفاعل كلوريد النحاسوز (النانتوكيت CuCl) مع الماء[١]. وعادة ما يكون أغلبه مختفياً تحت مركبات صدأ النحاس القاعدية الخضراء ويبدو أنه مركب مساعد في تحول المعدن إلى مركبات صدأ قاعدية. والكاسيتريت (SnO_2) تم تحديده كمكون ثانوي في العينة الثالثة (الشكل ٦ج)، والعينة الرابعة (الشكل ٦ب). هذا المركب، الذي يأخذ اللون الرمادي المائل إلى الأخضر، يعدّ ناتج تغير مهم على أسطح البرونز ذي النسبة العالية من فلز القصدير المكتشف في تربة رطبة تحتوي على محفزات للصدأ والتآكل مثل الكلوريدات أو الكبريتات. ويظهر هذا المركب في البداية في صورة بقع ويتطور بفعل هذه المحفزات ليتحول إلى بثرات أو حفر[٢].

(1) Organ, R. M. (1963) Aspects of Bronze Patina and its Treatment. *Studies in Conservation 8*, p.66.

(2) () Cronyn, A.M. (1990) *The elements of Archaeological conservation*, Routledge, London, p. 211.

اللوحة رقم (١): التركيب المعدني لعينات نواتج الصدأ التي أخذت من على سطح تمثال "أوزوريس"، وتم تحديده بطريقة حيود الأشعة السينية XRD.

العينة	المركبات		الصيغة الكيميائية	رقم الكارت
الأولى	البروكانتيت	Brochantite	$Cu_4SO_4(OH)_6$	3-0282
	الأتاكميت	Atacamite	$Cu_2(OH)_3Cl$	2-0146
	الباراتاكميت	Paratacamite	$Cu_2(OH)_3Cl$	15-0694
	البروكانتيت	Brochantite	$Cu_4SO_4(OH)_6$	3-0282
الثانية	الآزوريت	Azurite	$Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$	11-0682
	الكوبريت	Cuprite	Cu_2O	05-0667
	الأتاكميت	Atacamite	$Cu_2(OH)_3Cl$	2-0146
الثالثة	البروكانتيت	Brochantite	$Cu_4SO_4(OH)_6$	3-0282
	الملاكيت	Malachite	$CuCO_3.Cu(OH)_2$	10-0399
	الأتاكميت	Atacamite	$Cu_2(OH)_3Cl$	2-0146
	الكاسيتريت	Cassiterite	SnO2	3-1114
الرابعة	السيروسيت	Cerussite	PbCO3	5-0417
	الكاسيتريت	Cassiterite	SnO2	3-1114
	الباراتاكميت	Paratacamite	$Cu_2(OH)_3Cl$	15-0694
	الكالسيت	Calcite	$CaCO_3$	5-0586



الشكل رقم (٦): أنماط حيود الأشعة السينية لعينان نواتج الصدأ من على سطح تمثال "أوزوريس". (أ) عينة من طبقة صدأ خضراء متماسكة، (ب) عينة من ناتج صدا ذي لون أخضر مائل للزرقة، (ج): عينة من ناتج الصدأ الأخضر المختلط ببقايا تربة الدفن، (د) عينة من ناتج الصدأ الأخضر الفاتح.

٤,٤. التحليل العنصري

تم أخذ ثلاث عينات (٣-٤مم) تمثل اللب المعدني للتمثال، من ثلاثة أماكن مختلفة، الأولى من العنق مكان الرأس المكسورة، والثانية من الكسر الموجود في القدمين، والثالثة من ظهر التمثال من الخلف. هذه العينات قد تم صقلها بورق صنفرة ناعم درجة

١٢٠٠، وتم فحصها وتحليلها باستخدام المجهر الالكتروني الماسح SEM المتصل بوحدة EDS. ويمكن أن نستنتج من نتائج هذا التحليل الموضحة في اللوحة (رقم ٢) والشكل (رقم ٧)، أن التمثال قد صنع من سبيكة برونز ثلاثية من النحاس والقصدير والرصاص، حيث مثّل النحاس المكوِّن الغالب للسبيكة، فقد تراوحت نسبته في العينات الثلاث التي تم تحليلها من ٨٢،٣٣-٨٩،٥١٪. بينما القصدير، الذي يمثل العنصر الرئيس الداخل مع النحاس في إنتاج سبيكة البرونز وبالتالي له تأثيره في خواص البرونز الناتج، وهو يوجد بنسبة تتراوح بين ٤،٣٣-١٠،٠٦٪ بالوزن. ومن المعروف أن الآثار البرونزية التي تحتوي على أكثر من ١٠٪ بالوزن من القصدير لا يمكن أن يتم تشكيلها بصورة مقبولة دون احتمال حدوث كسر. وأغلبية الآثار البرونزية المصرية ترتفع بها نسبة القصدير لتصل إلى ١٠٪، والقليل منها ترتفع النسبة فيه عن هذا المعدل لتصل إلى ١٦٪ [١].

أما الرصاص، وهو فلز يضاف لسبيكة البرونز لإنتاج مشغولات تتميز بالخواص الميكانيكية المنخفضة لاستخدامها في درجة حرارة الغرفة، فقد تم تحديده في نسبة تتراوح بين ٤،٣٠-١٠،٥٨٪ في العينات الثلاث التي تم تحليلها. ويعدّ إضافة الرصاص بنسبة تصل إلى ٢٪ تحسن من سيولة سبيكة البرونز المنصهرة، وإذا زادت نسبة الرصاص إلى ٣-٤٪ فإن صلادة أو قساوة البرونز سوف تقل، وبالتالي فإن ارتفاع الرصاص في سبيكة البرونز يمكن أن تؤدي إلى ضعف في الخواص الميكانيكية للمشغولة المنتجة. ولقد كان إضافة الرصاص إلى سبائك النحاس نادراً قبل الدولة الوسطى (حوالي ٢٠٥٥-١٦٥٠ق.م)، كما أن نسبته في سبيكة البرونز لأكثر من ٢٪ كانت نادرة قبل أواخر الدولة الحديثة (حوالي ١٥٥٠-١٠٧٠ ق.م) وفي عصر الانتقال الثالث (حوالي ١٠٧٠-٦٦٤ ق.م) وصلت نسبة الرصاص في بعض سبائك النحاس إلى نسبة عالية زادت عن ٢٠٪ في بعض المنتجات البرونزية، ومع ذلك فإن البرونز العالي الرصاص كان شائعاً بل وظاهرة مميزة في العصر المتأخر (٦٦٤-٣٢٣ ق.م)، والتي استمر خلال العصر البطلمي (٣٠٥ق.م-٣١م) حيث كان من الأمور المألوفة أن نجد

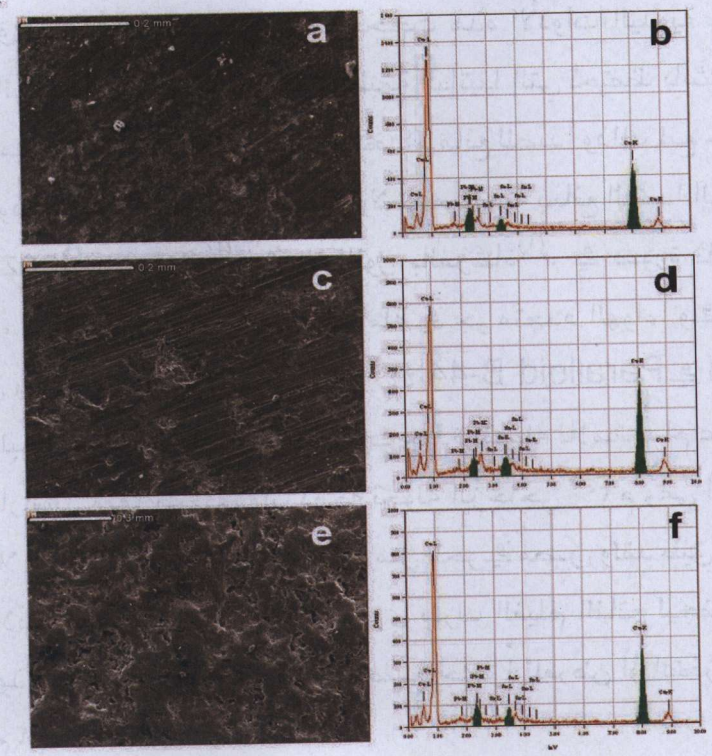
(١) Gravett, V.F., Op.Cit, p. 38.

نسبة الرصاص فوق ٢٠٪ وفوق ٣٠٪ في بعض الحالات[١]. والاختلاف في نسب الفلزات أو العناصر الثلاث المكونة لسبيكة البرونز من منطقة إلى أخرى في التمثال يثبت عدم التجانس في تركيب السبيكة، الذي أثَّر بدوره على الخواص الميكانيكية للسبيكة. هذه النتائج تقودنا لتوقع أن الكسرين (في منطقة العنق، وفي القدمين) قد نتجا عن فقدان القوة الميكانيكية بسبب النسبة العالية لكل من القصدير والرصاص في السبيكة. وإن وجود الرصاص بنسبة عالية كان مميزاً في تماثيل العصر المتأخر وكان نادراً منذ الدولة الوسطى[٢]. ومن خلال هذه النتائج ونتائج التحليل الأسلوبي أو الفني للتمثال يمكن القول أو تمثال "أوزوريس" هذا يعود تاريخه إلى عصر الانتقال الثالث (حوالي 1070-664 ق.م) أو العصر المتأخر (323-664 ق.م).

اللوحة رقم (٢): التركيب الكيميائي لثلاث عينات أخذت من التمثال، كما تم تحديده بالـ EDS.

رقم العينة	مكان أخذ العينة	نسبة النحاس بالوزن ٪	نسبة القصدير بالوزن ٪	نسبة الرصاص بالوزن ٪
١	من منطقة العنق	٨٥،٠٩	٤،٣٣	١٠،٥٨
٢	من السطح الخارجي للتمثال	٨٩،٥١	٦،١٨	٤،٣٠
٣	من منطقة الكسر في القدمين	٨٢،٣٣	١٠،٠٦	٧،٦١

(1) Odgen, J., Op. Cit., pp. 154-155.
(2) Gravett, V.F., Op.Cit, p. 155.



الشكل رقم (٧): صور الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح ونتائج التحليل بالـ EDS (a-b) للعينة التي أخذت من منطقة العنق، و (c-d) للعينة المأخوذة من سطح التمثال، و(e-f) للعينة المأخوذة من منطقة الكسر في القدمين.

٥،٤. العلاج والصيانة

كشف الفحص البصري للتمثال عن أنه كان مغطي بطبقة سطحية صلبة تختلط فيها نواتج الصدأ مع بقايا التربة. ولقد فضل استخدام التنظيف الميكانيكي لإزالة هذه الطبقة السطحية، وذلك بصورة متحكم فيها حتى الوصول إلى الطبقة الرقيقة التي تحفظ تفاصيل السطح المتعلقة بتشكيله، أو صناعته، أو ما عليه من زخارف وملامح.

وشمل التنظيف الميكانيكي إزالة نواتج الصدأ الهشة والمفككة وبقايا التربة باستخدام الأدوات اليدوية مثل الفرشاة النايلون، والاستخدام الواعي للمشرط، والفريزة، والموجات فوق الصوتية الميكانيكية. ولقد نجحت هذه الأدوات اليدوية في الوصول إلى الطبقة السطحية الناعمة والتي تمثل طبقة الباتينا التي تحتفظ بالشكل الأصلي للسطح وملامحه وتفاصيله. أعقب ذلك استخدام مانع للصدأ وذلك لمنع حدوث صدأ في المستقبل وذلك بمسح التمثل بالأسيتون أولا ثم معالجته بمانع الصدأ البنزتريازول Benzotriazole بنسبة ٣% في الإيثانول بالفرشاة[١]، في صورة ثلاث دورات من الأغطية، بين كل دورة وأخرى ساعة كاملة في جو متجدد الهواء. وفي النهاية تم عزل التمثال بغطاء واق من البارلويد ب___ ٤٤ Paralloid B-44 في الإيثانول[٢]. ولقد فضل البارلويد ب-٤٤ لما له من مميزات جيدة تفضله للاستخدام عن غيره من مشتقات البارالويد منها المرونة، وأن درجة تحوله الزجاجي ٦٠°م وهي الدرجة التي تجعله مفضلا للاستخدام في الأجواء الحارة مثل الجو في مصر. ولقد طبق هذا الغطاء في صورة ثلاث طبقات وبين كل طبقة وأخرى يترك الفيلم الناتج ليجف لمدة ثمان ساعات. وبهذا تم علاج وصيانة التمثال وأصبح جاهزاً للعرض أو التخزين المتحفي (الشكل رقم ٨).

(1) Madsen, H. B. (1971) Further Remarks of the Use of Benzotriazole for Stabilization Bronze Objects. *Studies in Conservation* 16: 120-122.

(2) Scott, D., Op. Cit., p. 304.

الشكل رقم (٨): تمثال "أوزوريس" بعد علاجه وصيانته.

الخلاصة

- من خلال دراسة هذه التمثال وعلاجه يمكن القول أنه من المرجح أن يكون قد صنع في ورشة في المعبد ليقوم بوظيفة تمثال للعبادة أو في عروض المعبد أو المواكب التي عادة ما كانت تقام في المعابد. ويدل وضع ذراعي التمثال، أحد الذراعين على الصدر والآخر على المعدة، على أنه ينتمي للأسلوب الذي شاع في مصر السفلي وهو ما يؤكده مكان العثور على هذا التمثال (صا الحجر) والذي يقع في شمال مصر. كما أن الفحص البصري للتمثال يشير إلى أن تقينه صناعة هذا التمثال هي الصب المصمت.
- وتدل ظاهرة انطباع النسيج أو تمعدن خيوط النسيج على سطح التمثال المعروفة بظاهرة Pseudomorph أن التمثال كان ملفوفاً بكفن، على الأرجح من الكتان، وأن نسيج هذا الكفن كان منسوجاً بطريقة السادة واحد على واحد أو الطريقة البسيطة في النسج.
- وكشفت نتائج التحليل للباتينا ونواتج صدأ التمثال أنها تحتوى في أغلبها على الكلوريدات والكربونات والكبريتات والأكاسيد للنحاس بصورة غالبة وللرصاص

والقصدير بنسبة قليلة، وأنها تكونت نتيجة التفاعل المتبادل بين مكونات أو عناصر التربة مثل السيليكون والكلور والكبريت وثاني أكسيد الكربون وبين المكونات المعدنية للسبيكة المصنوع منها التمثال ويغلب عليها فلز النحاس. كما يمكن أن نستنتج من هذه النتائج أن التمثال قد ظل لفترة طويلة مدفوناً في تربة ملحية غنية بأيونات متلفة مثل ايون الكلوريد والكبريتيد وكذلك ثاني أكسيد الكربون والأكسجين والماء والتي تعدّ محفزات قوية لحدوث التآكل والصدأ للتمثال.

- كما تدل نتائج التحاليل أن التمثال صنع من سبيكة البرونز بكميات عالية من الرصاص والقصدير والتي أثرت على الأرجح بشكل كبير في حالة التمثال وخواصه الميكانيكية.
- لقد أعطى التحليل الكيميائي للتمثال دليلا على أنه من المحتمل أن يعود تاريخياً إلى عصر الاضطراب الثالث Third Intermediate (حوالي ١٠٧٠-٦٦٤ ق.م) أو العصر المتأخر Late Period (٦٦٤-٣٢٣ ق.م) حيث شاع استعمال البرونز كوسيط أو مادة لصناعة العديد من الأعمال المعدنية في هذين العصرين.
- أعطت طريقة التنظيف الميكانيكي الطريقة الآمنة الوحيدة التي يمكن أن تستخدم في علاج وصيانة الآثار المعدنية، فبالإضافة إلى كونها طريقة آمنة فهي تساعد القائم بالترميم بالتحكم فيما يمكن أن يحدث أثناءه ويمكنه من التوقف في أية لحظة يرى فيها ضرورة التوقف. ومع ذلك، فإنه يتطلب المهارة والصبر، والملاحظة المستمرة بالعين المجردة أو بأي وسيلة من التكبير. ويجب توخي الحذر الشديد خاصة عند وجود نقوش أو تمعدن لمواد عضوية على السطح المعدني أو ما يعرف بظاهرة الإحلال Pseudomorphic.